

# Diseño e implementación de un Sistema de Control de Costos



# Abstract

The object of this project was to develop a system to keep control of the expenses made by the company in each project.

In order to achieve these objective several sheets of *Microsoft Excel* were programmed.

As a result, the program created has the capability to structure the project in activities in this way it is possible to keep track of every one of them individually; the program compares the budget with the actual expenses in each activity, it do this weekly and in a accumulative way, it realize a projection of the final cost of the project; it also tells the users whether the project is on schedule or not; it makes an interpretation of the data based on factors calculated according to the actual situation of the project; the information can be resumed which facilitates the creation of reports that can be given to the clients or management, it also counts with accounting worksheets that help to keep track of the amount of money that has to be collected, to be paid, or that is pending to be collected.

Of the results the conclusion is that the project developed fulfills the objectives stated, and it also counts with administrative tools, that help with the administration of any given project, taking into account important factors in the area such as cost, quality, security and time.

Keywords: Cost Control, budget, project management.

# Resumen

El objetivo principal de este proyecto era proveer a la empresa RyG Ingenieros Asociados, de una herramienta que le permitiera llevar a cabo el control de costos de sus proyectos.

Para tal fin se diseñaron una serie de hojas de cálculo utilizando el programa *Microsoft Excel*.

Como resultado se obtuvo un programa que permite estructurar el proyecto en actividades, por lo que se puede llevar un control individual sobre cada una de ella; realiza una comparación entre los montos presupuestados y los reales para cada actividad, por semana y de manera acumulativa; realiza una proyección de la duración estimada del proyecto, según el porcentaje de avance actual; indica si el proyecto se encuentra atrasado o adelantado; interpreta los datos obtenidos basándose en índices de eficiencia en tiempo, costo, cobro y desempeño calculados según la realidad del proyecto; resume la información de manera que esta puede ser presentada a la gerencia o cliente; en la parte contable lleva un control de facturas, cuentas por pagar y cuentas por cobrar, entre otros.

De los resultados obtenidos se concluye que se cumplieron a cabalidad los objetivos planteados, además, el programa cuenta con elementos que facilitan la administración en general de un proyecto, tomando en cuenta factores tan importantes como lo son el costo, el tiempo, la calidad y la seguridad.

Palabras clave: Control de costos, presupuesto, cotización

# **Diseño e implementación de un Sistema de Control de Costos**

Octavio Devandas Chavarría

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2007

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

PREFACIO.....	1
RESUMEN EJECUTIVO .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
METODLOGÍA .....	4
RESULTADOS.....	10
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	13
CONCLUSIONES .....	16
APÉNDICES .....	18
ANEXOS .....	19
REFERENCIAS.....	20

# Prefacio

Para una empresa es vital dar un seguimiento detallado a sus proyectos con el fin de evitar pérdidas importantes mas de lo presupuestado.

Llevar un control con poco detalle trae como consecuencia que el responsable de los proyectos no se dé cuenta que se está gastando más hasta haber concluido; por esta razón se hace indispensable tener un sistema de control de costos que permita manejarlos debidamente.

El sistema de control que se desarrolla en este trabajo pretende establecer un sistema en una empresa que actualmente participa en una gran cantidad de licitaciones por semana por lo que debe presupuestar, cotizar y ajustar todos los detalles en muy poco tiempo. Actualmente esta empresa no cuenta con sistema para hacerlo y lleva un control de gastos por medio de facturas lo que le permite los datos obtenidos del presupuesto pero no la posterior aplicación de un sistema de control de costos.

La duración de los proyectos en los que participa la empresa no es mucha, esto por el nicho de mercado en el que se desenvuelve, sin embargo no quiere decir que no son proyectos costosos, por el contrario se debe invertir una gran cantidad de dinero en cuestión de días, por lo que se justifica en demasía el hecho de implementar un sistema que permita llevar un control más detallado sobre cada proyecto, ya que de no hacerlo la empresa podría incurrir en pérdidas importantes.

Con el siguiente trabajo se pretende homogenizar la manera en que los datos son incluidos en las hojas de cálculo, lo cual implica la creación de una base de datos de materiales, actividades, subactividades, tareas y rendimientos de mano de obra, con su respectiva codificación, esto con el fin de resumir y distribuir los costos en las diferentes actividades.

Una vez realizado este proceso se puede continuar con la programación de la obra, para junto con la misma y el presupuesto, trasladar los valores a una hoja de control de costos en la cual se podrá observar lo presupuestado, lo real y realizar diversas proyecciones después de las fechas de corte establecidas, esto con el fin último de contar con una herramienta que permita identificar las variaciones de acuerdo a lo planeado y aplicar medidas correctivas si es del caso.

Para la elaboración de este trabajo se contó con la colaboración del ingeniero Rolando Espinoza Carvajal, propietario de la empresa R&G Ingenieros Asociados quien estuvo siempre anuente a aclarar dudas y a proveer toda la información necesaria para realizar este proyecto, a don Rolando, muchas gracias por su invaluable aporte.

# Resumen Ejecutivo

Unos de los objetivos del proyecto era establecer un mecanismo que permitiera la posterior aplicación de un sistema de control de costos, este mecanismo que de aquí en adelante se denominará “Sistema de Presupuesto”, consiste en una serie de hojas de cálculo utilizando el programa *Microsoft Excel*.

Para el cálculo de un presupuesto y cotización es necesario tomar en cuenta factores como cargas sociales, gastos de operación, gastos de administración y gastos generales entre otros, esto con el fin de incluir dentro del mismo todos los gastos en que se incurre cuando se realiza un proyecto y los costos indirectos asociados al mismo.

Con este fin se creó el Formato Base General, que incorpora todos los factores citados anteriormente; A su vez este formato permite la posterior aplicación de un sistema de control de costos ya que homogeniza la forma como se calculan tanto el presupuesto de cada actividad como el monto final de la cotización.

Este formato cuenta con siete hojas de cálculo para el registro de datos y cálculo de la cotización y dos bases de datos, una de rendimientos de mano de obra y otra de materiales de construcción que son las herramientas en las que se basan las hojas de cálculo para realizar las operaciones correspondientes.

Como segundo objetivo se planteó el desarrollo de un sistema de control de costos mediante el uso de herramientas computacionales, para el tipo de proyectos que la empresa realiza según su actividad comercial,

Un punto muy importante es que antes de aplicar el sistema de control de costos es indispensable contar con la programación de la obra o proyecto, con programación debe entenderse la duración de actividad y la

dependencia que estas pueden tener con respecto a otras actividades dentro del mismo.

La razón de la importancia de la programación es que el sistema de control de costos realiza una comparación entre lo presupuestado y lo real e indica a la persona responsable del proyecto si este se ha desviado de su programación original y si se ha invertido más o menos recursos en el mismo; A su vez mediante este sistema se realizan proyecciones de costo y duración.

Es importante destacar que antes de plantear el sistema de control de costos se debió estudiar la forma en que trabaja la empresa, qué tipo de controles realiza una vez iniciado el proyecto y cuáles son sus necesidades. Para cumplir con esta tarea se realizó un estudio del nicho laboral de la empresa, qué tipos de proyectos realiza y cuáles eran sus características.

Basados en lo anterior se concluyó que el sistema de control de costos debía ser sencillo de aplicar, permitiendo a los usuarios registrar los datos sin que esto implique que se deba invertir mucho tiempo haciéndolo.

El sistema de control de costos resultante contiene 12 hojas de registro de datos, dos tipos de controles sobre materiales, mano de obra, subcontratos y equipo, uno general y otro semanal, cuatro cuadros resumen, gráfico de curvas “S”, Interpretación de resultados, informe general, cálculo de facturas por pagar y por cobrar y formatos tanto para un informe de campo general como de las pruebas de laboratorio realizadas.

Mediante el uso de todas las hojas de cálculo diseñadas anteriormente se puede llevar un control de costos real sobre el proyecto y se incorporan elementos que facilitan la administración del mismo, controlando hasta cierto punto, la calidad, la seguridad, el costo y la duración (Tiempo) del proyecto.

# Introducción

El proyecto se realizó en una empresa que se dedica a la construcción de obra civil en general, y que participa en una gran cantidad de licitaciones al mismo tiempo. Los proyectos en los que participa poseen las características de ser en su mayoría remodelaciones y tener una duración generalmente de unos pocos meses; a pesar de esto el control de costos de los proyectos se vuelve imprescindible no solo por el hecho de que actualmente no se lleva más que un control con facturas una vez finalizado el proyecto, sino porque estos proyectos a su vez se caracterizan por el hecho que se debe invertir una gran cantidad de dinero en poco tiempo y si se espera para analizar el resultado del mismo una vez que finalice, no se pueden tomar acciones correctivas oportunas que prevengan un balance financiero negativo del proyecto. Basados en esta necesidad se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Establecer un mecanismo que permita la posterior aplicación de un sistema de control de costos
- Incluir en la metodología, aprobación del presupuesto base o original y aplicar un modelo de CONTROL DE CAMBIOS documentado
- Diseñar un sistema de control de costos en la empresa mediante el uso de herramientas computacionales, para el tipo de proyectos que esta realiza según su actividad comercial.
- Proveer a la empresa de una guía para poder ejecutar el sistema de control de costos diseñado

# Metodología

## Sistema de Presupuesto

Uno de los objetivos del proyecto era establecer un mecanismo que permitiera la posterior aplicación de un sistema de control de costos, este mecanismo que de aquí en adelante se denominará “Sistema de Presupuesto”, consiste en una serie de hojas de cálculo utilizando el programa *Microsoft Excel*.

Para el cálculo de un presupuesto y cotización es necesario tomar en cuenta factores como cargas sociales, gastos de operación, gastos de administración y gastos generales entre otros, esto con el fin de incluir dentro del mismo todos los gastos en que se incurre cuando se realiza un proyecto y los costos indirectos asociados al mismo.

Para tal fin la empresa RyG Ingenieros Asociados cuenta con un formato que consiste en un libro de Microsoft Excel en adelante denominado “Formato Base UCR”, el cual toma en cuenta los factores mencionados en el párrafo anterior y lo hace multiplicando el costo unitario de cada actividad de la construcción por un porcentaje, este porcentaje es asignado por el profesional a cargo del cierre del presupuesto. Cabe destacar que en la empresa se realizan un número considerable de cotizaciones a la vez, por lo que muchas veces el personal no cuenta con el tiempo necesario para realizar la investigación pertinente que le permita adquirir los datos necesarios y emitir un criterio basado en la información recopilada en los diferentes proyectos que la empresa ha realizado, por lo que este criterio es emitido con base en la experiencia del profesional responsable. Esta metodología presenta algunos inconvenientes ya que se pueden obviar factores importantes y cobrar más o menos por un proyecto.

A pesar de presentar los problemas mencionados el Formato Base UCR permite calcular una cotización en un corto tiempo ya que reduce el número de datos que deben ser introducidos para obtener el monto final.

Basados en lo anterior se tomó la decisión de crear un nuevo formato que, en adelante se denominará “Formato Base General” en él es necesario introducir un mayor número de datos para realizar una cotización; pero presenta la ventaja que para utilizarlo es necesario realizar la investigación pertinente e incluir datos basados en la información recopilada de la empresa. Sin embargo al ser el Formato Base UCR, una herramienta que como se dijo anteriormente permite el cálculo de una cotización en un periodo corto de tiempo y ser a su vez el mecanismo que se ha utilizado en la empresa se decidió mejorarlo, agregándole una base de datos de rendimientos de mano de obra que le permite calcular el costo unitario de cada una de las tareas que se realizan en las diferentes actividades de la construcción; esta característica la posee también el Formato Base General.

## Formato Base UCR

Este formato consta de tres hojas de cálculo en las que se debe introducir la información necesaria para calcular el monto de cada cotización y dos bases de datos que son las herramientas en las que se basan las hojas de cálculo para realizar las operaciones correspondientes.

Las hojas de cálculo están organizadas de la siguiente manera:

- **Lista de Actividades:** En ella se anotan las actividades de las que consta el proyecto, definidas con anterioridad con base en las especificaciones técnicas y planos constructivos de cada proyecto.



- **Cálculo del Presupuesto:** Aquí se calcula el monto correspondiente a materiales y mano de obra de cada actividad del proyecto, el costo unitario con y sin impuestos, el porcentaje de mano de obra con respecto a los materiales, el monto de los subcontratos si es que los hay, también se calcula la duración y el número de peones, ayudantes y operarios necesarios para realizar cada una de las actividades.
- **Cotización:** En esta hoja se resumen los datos obtenidos del cálculo de presupuesto y se presentan en forma de una tabla en la cual se enumeran las actividades con su respectiva cantidad, unidad, costo unitario, costo total y porcentaje del monto total; es en esta hoja de cálculo donde se asignan los porcentajes de utilidad, administración, imprevistos, acarreos, costos indirectos, limpieza, equipo liviano, herramientas y cargas sociales para obtener un monto final para la cotización.

Por su parte las bases de datos están compuestas de los siguientes elementos:

- **Base de datos de materiales:** Aquí se encuentran codificados una lista de más de 2000 materiales con la unidad en que se venden, su costo unitario y fecha en que fue cotizado por el distribuidor, permite introducir nuevos materiales y actualizar el precio de los mismos.
- **Base de datos de rendimientos de mano de obra:** Esta hoja se encuentra dividida en actividades, en cada una de ellas se realizan diferentes tareas, están codificadas y tienen asociado un rendimiento el cual puede ser variado según la experiencia de la empresa; a su vez se puede agregar el rendimiento de alguna actividad que no haya sido tomada en cuenta, también se calcula en esta hoja el costo unitario de cada tarea y se puede variar individualmente el costo del peón,

ayudante y operario para cada una de ellas

## Formato Base General

Este formato cuenta con siete hojas de cálculo para el registro de datos y cálculo de la cotización y dos bases de datos que al igual que en el Formato Base UCR son las herramientas en las que se basan las hojas de cálculo para realizar las operaciones correspondientes.

Las hojas de cálculo (Ver anexo ), están organizadas de la siguiente manera:

- **Lista de actividades:** En ella se anotan las actividades de las que consta el proyecto definidas con anterioridad con base a las especificaciones técnicas y planos constructivos de cada proyecto.
- **Cálculo del presupuesto:** Aquí se calcula el monto correspondiente a materiales y mano de obra de cada actividad del proyecto, el costo unitario con y sin impuestos, el porcentaje de mano de obra con respecto a los materiales, el monto de los subcontratos si es que los hay, también se calcula la duración y el número de peones, ayudantes y operarios necesarios para realizar cada una de las actividades.
- **Tabla de pagos:** En ella se realiza la tabla de pagos de las diferentes actividades, en esta hoja no se debe introducir ningún dato, todos los cálculos se realizan de manera automática.
- **Gastos administrativos:** Se refiere a los costos indirectos, es el precio que paga la empresa por operar ya sea que tenga o no proyectos, estos costos se cobran en cada proyecto como un monto que depende del volumen de trabajo proyectado de la empresa.
- **Gastos de operación:** que se refieren al personal técnico – administrativo que tiene a cargo la administración del proyecto. Se considera un costo directo

ya que si el proyecto no existiera, tampoco existirían estos gastos.

- Gastos generales; Aquí se ubican una serie de gastos que no pueden clasificarse en los rubros anteriores como gasto por garantías, sobre el contrato, consultorías, etc.
- Cotización: En esta hoja se resumen los datos que fueron registrados en las hojas de cálculo por actividad y se presentan en una tabla junto a los montos que deben ser invertidos en materiales, mano de obra, subcontratos, equipo y total; a su vez en esta hoja se presenta el costo unitario por actividad, y se asignan los porcentajes referentes a cargas sociales, utilidad e imprevistos.

Por su parte las bases de datos, están compuestas de los siguientes elementos:

- Base de datos de materiales: Al igual que en el Formato Base UCR, aquí se encuentran codificados una lista de más de 2000 materiales con la unidad en que se venden, su costo unitario y fecha en que fue cotizado por el distribuidor, permite introducir nuevos materiales y actualizar el precio de los mismos.
- Base de datos de rendimientos de mano de obra: De la misma manera que en el Formato Base UCR, esta hoja se encuentra dividida en actividades, en cada una de ellas se realizan diferentes tareas, están codificadas y tienen asociado un rendimiento el cual puede ser variado según la experiencia de la empresa, a su vez se puede agregar el rendimiento de alguna actividad que no haya sido tomada en cuenta, también se calcula en esta hoja el costo unitario de cada tarea y se puede variar individualmente el costo del peón, ayudante y operario para cada una de ellas.

Para cada uno de los formatos fue creada una guía de uso, que describe los pasos por seguir para poder utilizarlos y realizar el cálculo de la cotización.

Es importante destacar que todos los materiales, tareas y actividades, se encuentran codificados, esto con el fin de agilizar su uso y registrar los datos a una mayor velocidad.

Una vez finalizado y aprobado el presupuesto o monto de la cotización por el cliente, puede ser variado únicamente mediante órdenes de cambio o cláusulas de ajuste de precios previamente establecidas en el contrato, esto se puede realizar en el Sistema de Control de Costos, el cual se describirá a continuación. Es importante mencionar que ambos formatos fueron estructurados de tal manera que permiten el posterior uso de la información aquí recopilada en el sistema ya mencionado.

Con la anterior se cumplió con el objetivo de crear un mecanismo que permitiera la posterior aplicación de un Sistema de Control de Costos, ya que se estandariza el proceso de presupuesto y cotización, simplificándolo y permitiendo a su vez el uso de la información generada en esta etapa, en otras posteriores.

## Sistema de Control de Costos

Como segundo objetivo se planteó el desarrollo de un sistema de control de costos mediante el uso de herramientas computacionales, para el tipo de proyectos que la empresa realiza según su actividad comercial,

Como se indicó, antes de plantear un sistema de control de costos se debía estandarizar la forma en que se realizaba el proceso de presupuesto, generando los datos necesarios para poder ejecutar el sistema de control de costos sobre las diferentes actividades de las que está compuesto el proyecto.

Un punto muy importante es que antes de aplicar el sistema de control de costos es indispensable contar con la programación de la obra o proyecto, con programación debe entenderse la duración de actividad y la dependencia que estas pueden tener con respecto a otras actividades dentro del mismo.

La importancia de la programación es que el sistema de control de costos realiza una comparación entre lo presupuestado y lo real e indica a la persona responsable del proyecto si

este se ha desviado de su programación original y si se ha invertido más o menos recursos en el mismo, a su vez mediante este sistema se realizan proyecciones de costo y duración.

Cabe resaltar que aunque la función principal del sistema de control de costos es la de permitir al profesional responsable de la obra realizar los ajustes necesarios en caso de que se presenten desviaciones entre lo presupuestado y lo real, el análisis de los resultados obtenidos después de cada proyecto permite aprender de los errores cometidos y aplicar este conocimiento en proyectos futuros.

## Estructuración del Sistema de Control.

Es importante destacar que antes de plantear el sistema de control de costos se debió estudiar la forma en que trabaja la empresa, qué tipo de controles realiza una vez iniciado el proyecto y cuáles son sus necesidades. Para cumplir con esta tarea se realizó un estudio del nicho laboral de la empresa, qué tipos de proyectos realiza y cuáles eran sus características.

Después de realizado el análisis propuesto en el párrafo anterior, se puede caracterizar a la empresa de la siguiente manera:

- Se dedica principalmente a ejecutar remodelaciones y a la construcción de obras de pequeña escala, ocasionalmente construye edificaciones como viviendas o edificios sin que estos excedan de tres niveles.
- Los proyectos de la empresa son de corta duración, a pesar de esto se debe invertir una gran cantidad de recursos en un período corto de tiempo.
- El control sobre el proyecto se reduce a un control de gastos, lo que no permite realizar ajustes en caso de que se esté dando una desviación entre lo presupuestado y lo real.

Basados en lo anterior se concluyó que el sistema de control de costos debía ser sencillo de aplicar, permitiendo a los usuarios registrar los

datos sin que esto implique que se deba invertir mucho tiempo haciéndolo.

Para lograr tal objetivo se estructuraron las hojas de cálculo registro de datos de la siguiente manera:

- Datos generales del proyecto: Aquí se describe el proyecto y se define la duración total del mismo, el dato de duración debe provenir de la programación correspondiente.
- Códigos de las actividades: En esta hoja se digitan los códigos de las actividades definidas en el Formato de Presupuesto, con esta acción se traslada la información la cotización al sistema de control de costos.
- Definición de fechas: En esta hoja se deben definir las fechas de las semanas en las que se va a realizar el proyecto.
- Programación: Aquí se programa la obra, los requisitos necesarios para llenar esta hoja es conocer la duración de cada actividad y su dependencia con respecto a otras actividades.
- Porcentaje de avance semanal: Cada semana se debe registrar el porcentaje de avance en esta hoja con el fin de realizar una comparación entre lo que estaba programado para ejecutarse y lo que en realidad se hizo.
- Costos reales: Es aquí donde se digitan los montos invertidos en el proyecto, se subdividen en materiales, mano de obra, subcontratos y equipo.
- Cobros efectivos (Semanal): En esta hoja de registro de datos, se digitan los montos recibidos por la empresa por parte del cliente. Como su nombre lo indica este registro se debe realizar semanalmente.

A su vez, el sistema permite calcular el monto de adelantos, retenciones, ajuste de precios y multas por actividad si fuera del caso, introduciendo el porcentaje correspondiente en las hojas de cálculo diseñadas para tal fin.

No se debe olvidar, como se mencionó, que una vez que el cliente aprueba el presupuesto y se firma el contrato, la única forma de variar el monto del presupuesto es mediante el uso de órdenes de cambio, las cuales deben estar debidamente documentadas y firmadas por el cliente o su representante. Cabe destacar que en caso de aprobarse alguna orden de cambio, se debe ajustar el monto del presupuesto y la programación de la obra si es del caso; ya que de no hacerlo el sistema realizaría comparaciones y proyecciones sobre un monto desactualizado y por lo tanto no se podría creer en la veracidad de los resultados obtenidos; Con el fin de evitar este problema se incluyó una hoja de cálculo que permite el registro de órdenes de cambio, con esta adición el sistema realiza sus comparaciones sobre el monto del presupuesto actualizado.

Una vez efectuado el registro de datos, el sistema permite llevar los siguientes controles:

- Control de órdenes de cambio por actividad.
- Control de ajuste de precios.
- Monto del presupuesto que debió ser gastado según porcentaje de avance.
- Montos reales invertidos por actividad.
- Diferencias entre lo real y lo presupuestado.
- Control de adelantos, retenciones y multas por actividad.
- Monto proyectado para terminar.
- Monto del presupuesto proyectado.
- Control por semanas: Aquí se indica la semana en que debe empezar cada actividad según su programación, su duración, el porcentaje de avance previsto por actividad, el gasto previsto acumulado, el porcentaje de avance real y el gasto real.

El sistema resume la información de las hojas de control en cuadros, en los cuales se puede observar la siguiente información:

- Porcentaje de avance previsto por semana y costo planeado por actividad.
- Costo presupuestado del avance real del trabajo.
- Costo actual del trabajo realizado por actividad.

Como se puede observar, el sistema genera una gran cantidad de información, la mayoría de ella en cuadros y tablas, y aunque esta se presenta en forma clara y ordenada se debe proveer alguna herramienta que resuma y presente esta información de forma visual, esto con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, para tal fin se creó una hoja de cálculo (Gráfico de curvas "S") en la cual se grafican las siguientes curvas:

- PV: Valor planeado, que es el costo del trabajo programado a la fecha.
- EV: Valor ganado, es el costo presupuestado del avance actual del trabajo.
- AC: Costo actual, el costo actual del trabajo realizado.
- EAC: Pronóstico del costo al término, que nos permite saber con anticipación si el proyecto terminará fuera del presupuesto.

## **Aspectos Administrativos del Sistema de Control de Costos.**

Hasta este punto el sistema de control de costos permite llevar a cabo un estricto seguimiento sobre el desarrollo del proceso constructivo, facilitando el acceso a la información del proyecto ya que este la almacena siguiendo una estructura definida, lo que permite al usuario detectar oportunamente si se presenta alguna desviación en el costo o la programación del proyecto y aplicar medidas correctivas si es del caso.

Otro aspecto importante es que el sistema debido a su lógica y ordenamiento permite un estudio posterior del proyecto.

Permite al usuario aprender de los errores cometidos en un determinado proyecto y aplicar ese conocimiento en proyectos futuros.

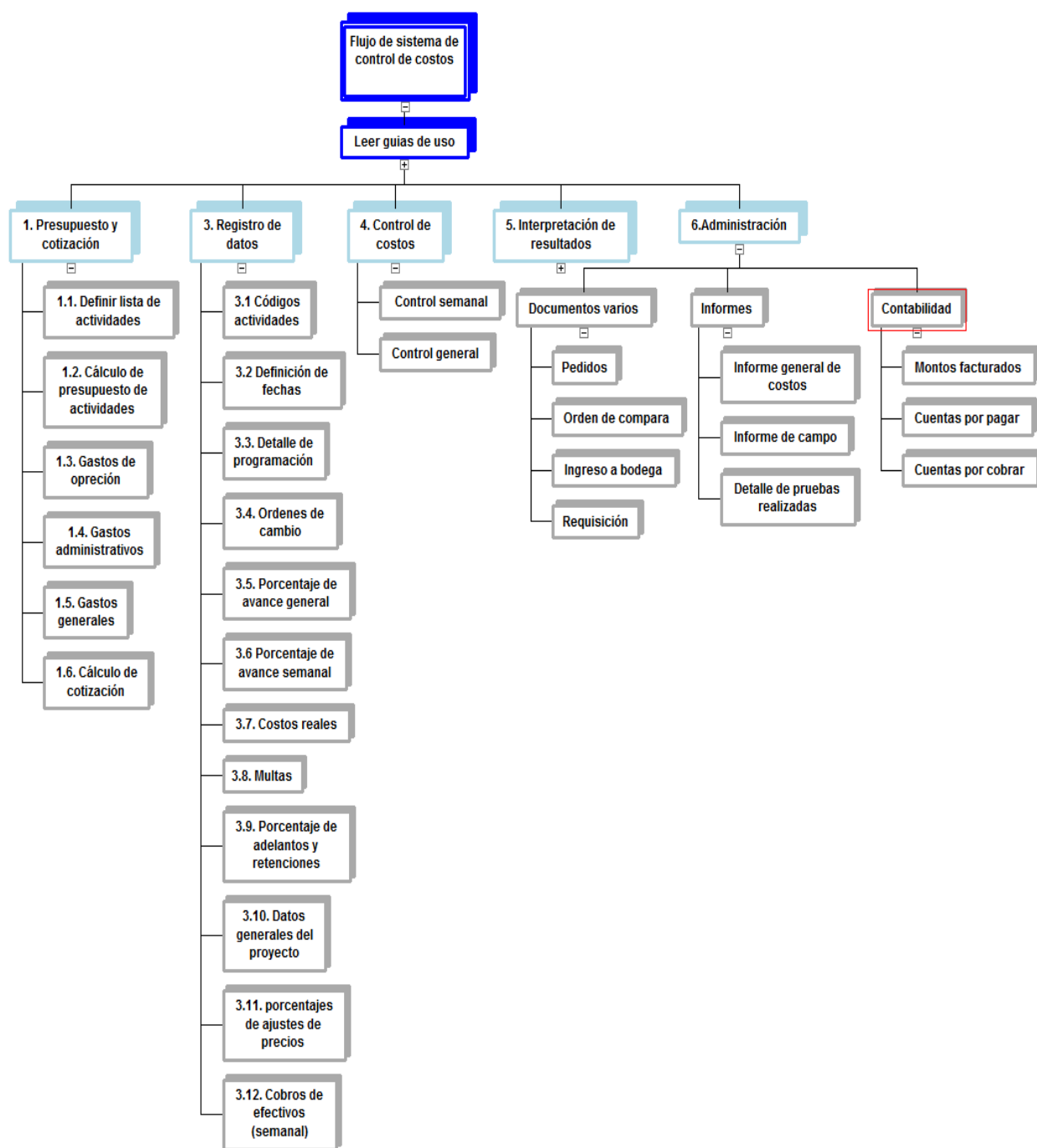
Aunque no era un objetivo de la investigación la oportunidad de incluir en el programa elementos que facilitaran la administración de un proyecto no se pudo dejar pasar y se incluyeron dentro del mismo las siguientes hojas de cálculo:

- Informe general: En él se presenta una tabla con la comparación entre lo real y lo presupuestado, las diferencias entre ambos y una proyección de costo, esta comparación se hace con los materiales, la mano de obra, el quipo y los subcontratos. La diferencia con las hojas de cálculo anteriores es que la información se presenta de manera resumida, permitiendo al administrador tener una visión global del proyecto.
- Informe general resumido: Como su nombre lo indica es un resumen del informe general, la diferencia radica en que en él se presentan montos totales no se desglosa en materiales, mano de obra, subcontratos y equipo.
- Tabla de pagos: En ella se desglosan los montos que deben ser facturados semana a semana por la empresa de acuerdo con el porcentaje de avance previsto.
- Facturas por pagar: En ella se resumen los montos que deben ser pagados semana a semana de acuerdo con la fecha de vencimiento de las mismas, el ingreso de los datos de cada factura se realiza en la hoja de cálculo llamada "Costos Reales".
- Cobros efectivos: Aquí se introducen los montos recibidos por la empresa semanalmente.
- Cuentas por cobrar: De acuerdo con lo facturado y cobrado se realiza un cálculo de los montos adeudados a la empresa.

También se agregó al gráfico de curvas "S", las siguientes curvas:

- Facturado: Montos facturados semanalmente
- Cobrado: Montos cobrados semanalmente.
- Por Cobrar: Se grafican las cuentas por cobrar por semana.

Se agregó a su vez hojas de cálculo que en realidad son formatos por seguir para presentar un informe de campo y los resultados de las pruebas de control de calidad sobre los materiales utilizados.



**Figura 1.** Diagrama de flujo del proyecto.

# Resultados

El resultado obtenido fue un conjunto de hojas de cálculo con las siguientes funciones o características:

- Permite estructurar el proyecto en actividades, por lo que se puede llevar un control individual sobre cada una de ella.
- Agiliza y estandariza el cálculo del presupuesto de cada actividad y la cotización de todo el proyecto tomando en cuenta, todos los gastos en los que incurre la empresa de manera directa e indirecta para realizar un proyecto determinado.
- Permite estructurar la información de manera que se pueda efectuar un control de costos una vez iniciado el proyecto.
- Lleva un control de órdenes de cambio en el proyecto.
- Controla las multas, adelantos o retenciones aplicadas.
- Permite realizar un ajuste de precios por actividad si es necesario.
- Realiza una comparación entre los montos presupuestados y los reales para cada actividad, por semana y de manera acumulativa.
- Realiza una proyección del costo para terminar el proyecto.
- Realiza una proyección de la duración estimada del proyecto, según el porcentaje de avance actual.
- Indica si el proyecto se encuentra atrasado o adelantado.
- Interpreta los datos obtenidos basándose en índices de eficiencia en tiempo, costo,

cobro y desempeño calculados según la realidad del proyecto.

- Resume la información de manera que esta puede ser presentada a la gerencia o cliente
- En la parte contable: lleva un control de facturas, cuentas por pagar y cuentas por cobrar.
- Brinda un formato que estandariza la manera en que la información de campo debe ser presentada en lo referente a los controles de calidad, porcentaje de avance real, y aspectos de seguridad observados.

Además de las hojas de cálculo con las características mencionadas anteriormente, se crearon las guías de uso tanto para el Formato Base General y UCR como para el Sistema de Control de Costos.

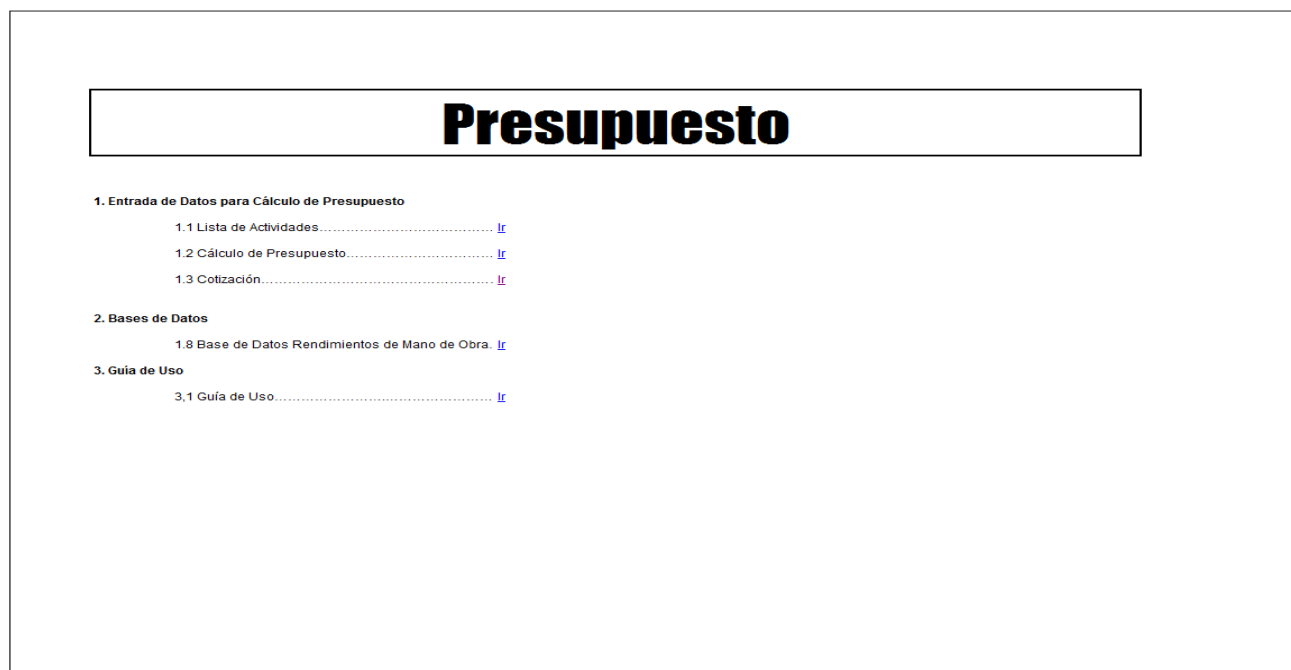
En los anexos se adjuntan las hojas de cálculo desarrolladas y aplicadas a un proyecto que consistía en la remodelación de unas oficinas cuya duración fue de 5 semanas y las guías de uso para el sistema de control de costos y los formatos de presupuesto.

A continuación se presentan las interfaces para el usuario del sistema de control de costos y los formatos de presupuesto.

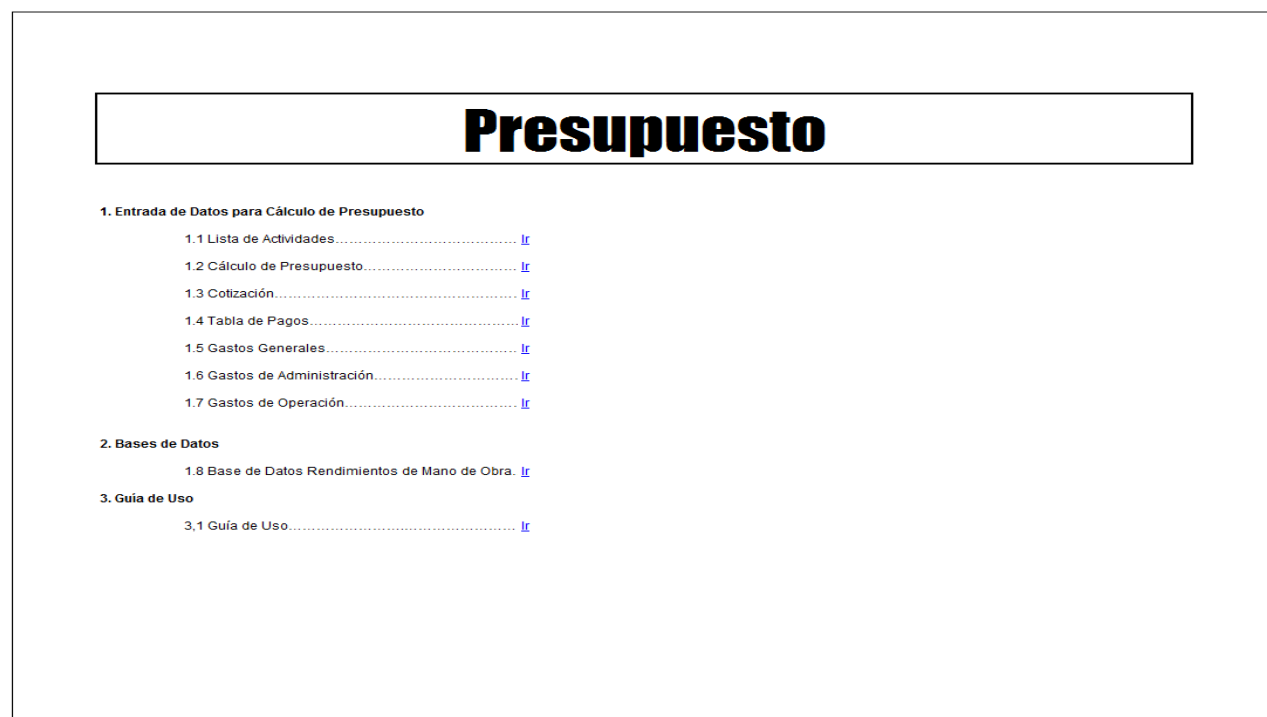
CONTROL DE COSTOS		
1. Control de costos (General)	4. Cuadros Resumen	13. Control de Calidad en la Construcción
1.1 Montos presupuestados..... <a href="#">lr</a>	4.1 Cuadro 1. Porcentaje de avance Previsto por Semana y Costo Planeado por Actividad..... <a href="#">lr</a>	13.1 Detalle de Pruebas Realizadas..... <a href="#">lr</a>
1.2 Control de Ordenes de Cambio por Actividad..... <a href="#">lr</a>	4.2 Cuadro 2. Costo Presupuestado del avance Actual del trabajo.. <a href="#">lr</a>	14. Informe de Campo
1.3 Control de Ajuste de Precios..... <a href="#">lr</a>	4.3 Cuadro 3. Costo Actual del Trabajo Realizado por Actividad..... <a href="#">lr</a>	14.1 Informe de Campo Semanal..... <a href="#">lr</a>
1.4 Montos del presupuesto corregidos por O.C..... <a href="#">lr</a>	4.4 Cuadro 4. Cálculo de Valores para Curvas "S"..... <a href="#">lr</a>	
1.5 Monto del presupuesto que debió ser gastado según % de avance <a href="#">lr</a>	5. Gráficos	
1.6 Montos Reales Invertidos..... <a href="#">lr</a>	5.1 Gráfico 1. Gráfico de Curvas "S"..... <a href="#">lr</a>	
1.7 Diferencias entre lo Real y lo Presupuestado..... <a href="#">lr</a>	6. Resultados	
1.8 Control de Multas por Actividad..... <a href="#">lr</a>	6.1 Definición e interpretación de Valores para Curvas "S"..... <a href="#">lr</a>	
1.9 Control de Retenciones por Actividad..... <a href="#">lr</a>	7. Guía de Uso	
1.10 Control de Adelantos Por Actividad..... <a href="#">lr</a>	7.1 Guía de Uso..... <a href="#">lr</a>	
1.11 Monto Proyectado del Presupuesto Para Terminar..... <a href="#">lr</a>	8. Documentos	
1.12 Monto del Presupuesto Proyectado..... <a href="#">lr</a>	8.1 Documentos..... <a href="#">lr</a>	
2. Control de Costos Semanal	9. Informe General	
2.1 Control Por Semana <a href="#">lr</a>	9.1 Informe General..... <a href="#">lr</a>	
3. Registro de Datos	9.2 Informe General Resumido..... <a href="#">lr</a>	
3.1 Códigos Actividades..... <a href="#">lr</a>	10. Facturación	
3.2 Definición de Fechas..... <a href="#">lr</a>	10.1 Cálculo de Facturas por pagar (Semanal)..... <a href="#">lr</a>	
3.3 Programación..... <a href="#">lr</a>	10.2 Monto de facturas por pagar (Resumen) ..... <a href="#">lr</a>	
3.4 Ordenes de Cambio..... <a href="#">lr</a>	11. Tabla de Pagos	
3.5 Porcentaje de Avance General..... <a href="#">lr</a>	11.1 Tabla de Pagos..... <a href="#">lr</a>	
3.6 Porcentaje de Avance Semanal..... <a href="#">lr</a>	12. Cobro	
3.7 Costos Reales..... <a href="#">lr</a>	12.1 Cuentas por cobrar (Montos)..... <a href="#">lr</a>	
3.8 Multas..... <a href="#">lr</a>		
3.9 Porcentaje de Adelantos y Retenciones..... <a href="#">lr</a>		
3.10 Datos Generales del Proyecto..... <a href="#">lr</a>		
3.11 Porcentajes de Ajuste de precios..... <a href="#">lr</a>		
3.12 Cobros efectivos (semanal)..... <a href="#">lr</a>		

**Figura 2.** Interface para el usuario del sistema de control de costos diseñado.





**Figura 3.** Interface para el usuario del Formato Base UCR.



**Figura 4.** Interface para el usuario del Formato Base General.

# Análisis de los resultados

Como primer objetivo se planteó establecer un mecanismo que permitiera la posterior aplicación de un sistema de control de costos; para esto se crearon los formatos Base General y UCR, con el fin de uniformar la forma en que se recopilaban y almacenaban los datos de presupuesto y cotización.

## Presupuesto y cotización

Ambos formatos poseen bases de datos de materiales y mano de obra las cuales facilitan el presupuesto de cada actividad, esto debido a que tanto los materiales como los rendimientos de las diferentes tareas de la construcción se encuentran codificados. Por ejemplo si para la actividad placa corrida se determina el volumen de concreto por utilizar, la cantidad de acero con que se debe construir el elemento, el volumen de excavación, etc., se pueden definir entonces las tareas a realizar y la magnitud de cada una de ellas. Con estas cantidades y los códigos de los rendimientos de mano de obra y de los materiales, el programa calcula el monto total de materiales, de mano de obra, las horas que durará cada actividad, la cantidad de operarios, peones y ayudantes necesarios para llevar a cabo dicha actividad, a su vez se pueden ingresar los montos referentes a subcontratos y equipo que se deba alquilar; tales características hacen que el cálculo del presupuesto para cada actividad se vuelva una tarea más simple, aumentando de esta forma la eficiencia con que se lleva a cabo la misma. Es importante resaltar que el hecho que el programa utilice los rendimientos de la empresa para calcular la duración y cantidad de trabajadores para realizar cada tarea, permite realizar una posterior programación del proyecto de manera congruente con el presupuesto realizado y la experiencia de la empresa.

En cuanto al cálculo de la cotización, la empresa contaba con una hoja de cálculo diseñada para tal fin, pero como se explicó en el apartado de metodología, se considero conveniente diseñar una serie de hojas de cálculo para calcular la cotización; aunque es necesario introducir un mayor número de datos, presenta la ventaja de que para utilizarlo es necesario realizar la investigación pertinente e incluir datos basados en la información recopilada por la empresa.

Esos datos incluyen todos los gastos en los que incurre la empresa para realizar un proyecto de manera directa e indirecta, cabe resaltar que en este formato el monto de costos indirectos es en realidad un porcentaje de los costos indirectos anuales de la empresa.

El resultado obtenido al crear el Formato Base General, es un sistema para calcular presupuestos de actividades y cotizaciones en el cual se debe seguir un procedimiento, lo cual estandariza y agiliza el proceso de cotización dando como resultado el hecho de poder tomar la información generada e introducirla posteriormente en un sistema de control de costos.

## Sistema de Control de Costos

Una vez aprobada la cotización, esta solamente puede ser altera por medio de ordenes de cambio o ajuste de precios por lo que es conveniente bloquear el libro en el que se realizó, esto con el fin de tener un mecanismo que garantice que la base sobre la cual se trabaja desde este punto en adelante no se vea alterada

Una vez realizados los pasos anteriores fue posible diseñar el sistema de control de costos; este toma los datos que generan tanto el formato Base General, como el formato base UCR mediante el uso nuevamente de códigos, códigos que son asignados a cada actividad conforme se van introduciendo en el sistema de presupuesto y cotización.

Una vez realizado el ingreso de datos inicial tal y como se describe en la guía de uso respectiva, el sistema analiza los resultados y realiza comparaciones entre lo real y lo presupuestado, proyecta el monto necesario para terminar la obra y consecuentemente cual será el monto final del presupuesto basado en la situación del proyecto en la fecha de corte; esto de manera general para materiales, mano de obra, subcontratos y equipo.

Más específico resulta ser el control semanal ya que en él se controlan igualmente los materiales, la mano de obra, los subcontratos y el equipo; y además en él se detalla la semana en que el programa calcula debe empezar cada actividad, la duración de cada una de ellas, el porcentaje de avance previsto por actividad en cada semana, el monto que se debió haber gastado según la programación, el costo del avance actual del trabajo y finalmente el gasto real en que se incurrió por actividad por semana.

Otro resultado importante es el mecanismo implantado para llevar a cabo el control de órdenes de cambio; primero se establece el formato en que deben ser solicitadas, después de su aprobación el sistema registra si fue aprobada o rechazada y ajusta la cotización ya se acreditando o debitando el monto correspondiente.

Un problema que se presenta al organizar la información en este tipo de tablas es que estas son de gran tamaño y contienen, sin duda, una gran cantidad de información que no solo dificulta su análisis si no también su lectura, por lo que se organizó y resumió la información en tablas o cuadros de menor tamaño en los que se puede tener acceso a la misma información, esto facilita encontrar diferencias importantes o desviaciones en tiempo y costo y si requiere entrar en mayor detalle se puede recurrir a los controles semanales o general y resulta más fácil hacerlo sabiendo donde se encuentra la diferencia buscada.

Por ejemplo, si se detecta una diferencia en el monto total que debió ser gastado en una semana en la actividad placa corrida, esta diferencia puede ser identificada con mayor velocidad en los cuadros resumen; pero en caso de querer saber si esta diferencia se dio en materiales, mano de obra, equipo o subcontratos se debe recurrir a los controles semanales o general.

Los cuadros resumen creados fueron: "Porcentaje de avance previsto por semana y

costo planeado por actividad", Costo presupuestado del avance actual del trabajo, costo actual del trabajo realizado por actividad, e informe general.

Otra función del programa es cálculo de facturas por cobrar, el cálculo de facturas por pagar por semana y la tabla de pagos diseñada con base en la programación de la obra, estas últimas hojas de cálculo se diseñaron con el fin de ayudar a llevar un control de la contabilidad del proyecto.

## Curvas "S"

Gran cantidad de la información generada en las hojas de cálculo descritas anteriormente se resume a su vez de manera gráfica en el gráfico de curvas "S", las mismas muestran las siguientes curvas:

- PV: Costo del trabajo programado a la fecha.
- E.V: Costo presupuestado del avance actual del trabajo.
- AC: Costo Actual del trabajo realizado
- EAC (CPI): Pronóstico del costo al término.
- Montos facturados
- Montos cobrados
- Montos por cobrar

Todos ellos son gráficos de semana frente a costo.

El programa a su vez, calcula una serie de índices y valores mediante los cuales hace un análisis del proyecto en la fecha de corte y interpreta los resultados obtenidos. Como resultado, el programa nos dice:

- Lo que en realidad hemos hecho en trabajo.
- Lo que nos ha costado el trabajo.
- Si se ha gastado más de lo presupuestado.
- Si se va acorde con la programación
- El costo proyectado del proyecto

- Cuanto más caro o más barato se prevé costará el proyecto.
- Si se ha cobrado más o menos de lo que se tenía programado.
- La duración total del proyecto según su situación actual.
- Las semanas que hacen falta para concluir el proyecto.

Finalmente en un intento por incorporar elementos que facilitaran la administración del proyecto se incorporaron dos formatos, uno para llevar el control de las pruebas de calidad realizadas a los materiales utilizados y otro para presentar un informe semanal de campo, en el que las personas encargadas de la seguridad en el proyecto pueden hacer las anotaciones que consideren pertinentes.

Al incorporar estas funciones se controlan algunos de los aspectos de mayor importancia para un administrador como lo son la calidad, la seguridad, el costo y el tiempo.

Este proyecto se ejecutó tomando en cuenta las necesidades de la empresa y el nicho laboral en el que se desenvuelve y algunas de sus características reflejan el resultado del análisis efectuado; por ejemplo, el programa fue diseñado pensando en proyectos menores a ocho meses, ya que la empresa raramente se ve involucrada en proyectos de mayor duración. Sin embargo, se previó un futuro crecimiento de la misma y de los proyectos en los que participa por lo que la programación de las hojas de cálculo se realizó de manera tal que permite una ampliación tanto en el número de semanas que el programa analiza (el formato contempla 29, pero este número se puede aumentar indefinidamente), como el número de actividades que pueden ser registradas en el sistema.

Por último se crearon guías de uso ilustradas, las cuales se adjuntan en los apéndices, estas muestran los pasos por seguir para realizar el registro de datos en el sistema.

Aunque el programa es sencillo de utilizar y realiza por sí solo una interpretación de los resultados obtenidos, es importante que un profesional con conocimiento en el área realice una interpretación de los mismos ya que los datos generados se prestan para un análisis más profundo, cuanto mayor sea la experiencia del profesional que interprete los resultados, mayor el provecho que se obtendrá del sistema.

# Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos se concluye que:

- Se logró establecer un mecanismo que permitiera una posterior aplicación de un sistema de control de costos, mediante la creación del “Formato Base General” y la mejora del “Formato Base UCR”.
- Se incluyó una metodología de aprobación del presupuesto base, ya que este es almacenado una vez que es aprobado por el cliente y se convierte en una base de datos inalterable utilizada por el sistema de control de costos.
- Se aplicó un modelo de control de cambios documentados, mediante la creación de un formato para la solicitud de órdenes de cambio y una hoja de cálculo que registra el suceso de cada una de ellas.
- Se diseñaron las hojas de cálculo necesarias para que la empresa lleve a cabo un control de costos que se adecua a sus necesidades y se previó un futuro crecimiento de la misma y de los proyectos que realiza, dejando abierta la posibilidad de adaptar el programa a este crecimiento.
- Se creó una guía de fácil entendimiento capaz de llevar al usuario al uso correcto tanto del sistema de control de costos como de los formatos para presupuesto y cotización.
- El sistema ayuda a llevar un control de la contabilidad del proyecto, mediante las hojas de cálculo de montos facturados, cuentas por pagar y cuentas por cobrar.
- El sistema simplifica la interpretación de los datos recopilados en el proyecto no solo en las tablas resumen, también en el gráfico de curvas “S”, las cuales representan gráficamente la condición actual del proyecto.
- El programa permite si es del caso, tomar cada actividad de un proyecto como un subcontrato y aplicarles el sistema de control de costos.
- El sistema es sencillo de utilizar, se puede aplicar a proyectos de diferentes tamaños, así como a la pequeña, mediana y gran empresa.
- Su uso reduce el tiempo que es necesario invertir para darle seguimiento a un proyecto.
- El nivel de detalle es diferente en hojas que contienen la misma información, de esta manera, dependiendo del uso que se les vaya a dar se puede utilizar una o la otra.
- Al utilizar el sistema de presupuesto se reduce el tiempo que se dura en calcular el presupuesto de las diferentes actividades y el monto de la cotización.
- Se aplica aún cuando se utilicen diferentes modalidades de contratación, por ejemplo proyectos llave en mano, por administración, a suma alzada, etc.
- El sistema permite al usuario aprender de los errores cometidos en un determinado proyecto y aplicar ese conocimiento en proyectos futuros.
- El programa cuenta con elementos que facilitan la administración en general de un proyecto, tomando en cuenta factores tan importantes como lo son el costo, el tiempo, la calidad y la seguridad.

# Apéndices

En este apartado se presentan las hojas de cálculo, aplicadas a un ejemplo real. A continuación se indica el contenido de las mismas en el orden en que fueron anexadas.

Del Formato Base UCR se adjuntan las siguientes hojas de cálculo:

1. Lista de actividades.
2. Cálculo de presupuesto.
3. Cotización.

Del Formato Base General:

1. Lista de actividades.
2. Cálculo de presupuesto.
3. Cotización.
4. Tabla de pagos.
5. Gastos generales.
6. Gastos de administración.
7. Gastos de operación.

Del sistema de Control de Costos; para el registro de datos:

1. Código de actividades.
2. Definición de fechas.
3. Programación.
4. Ordenes de cambio.
5. Porcentaje de avance general.
6. Porcentaje de avance semanal.
7. Costos reales.
8. Multas.
9. Porcentaje de adelantos y retenciones.
10. Datos Generales del Proyecto.
11. Porcentajes de ajuste de precios.
12. Cobros efectivos semanales.

Del sistema de control de costos; para el Control de Costos General:

1. Control de órdenes de cambio por actividad.
2. Control de ajuste de Precios.
3. Montos del presupuesto corregidos por órdenes de cambio.
4. Monto del presupuesto que debió ser gastado según el porcentaje de avance.
5. Montos Reales Invertidos.
6. Diferencias entre lo real y lo presupuestado.
7. Control de multas por actividad.
8. Control de Retenciones por actividad.
9. Monto presupuestado del presupuesto para terminar.
10. Monto del presupuesto proyectado.

Del Sistema de Control de Costos:

1. Control de costos semanal

Del Sistema de Control de Costos; cuadros resumen, gráficos y resultados:

1. Cuadro1. Porcentaje de avance revisto por Semana y costo planeado por actividad.
2. Costo presupuestado del avance actual del trabajo.
3. Costo actual del trabajo realizado por actividad.
4. Cálculo de valores para curvas "S".
5. Grafico 1. gráfico de curvas "S".
6. Definición e interpretación de valores para curvas "S".
7. Informe general.
8. Informe general resumido.
9. Cálculo de facturas por pagar (Semanal).
10. Monto de facturas por pagar (Resumen).
11. Tabla de pagos
12. Cuentas por cobrar (Montos).

13. Detalle de pruebas realizadas.
14. Informe de Campo Semanal.

Se adjuntan a su vez el formato de algunos documentos necesarios en un proyecto:

1. Pedidos.
2. Órdenes de compra.
3. Factura.
4. Ingreso a bodega.
5. Requisición.

Se adjuntan las guías de uso necesarias para el uso de las hojas de cálculo diseñadas.

1. Guía de uso Formato Base General y UCR.
2. Guía de uso del Sistema de Control de Costos.

Finalmente se anexan las bases de datos de rendimientos y mano de obra.

1. Base de datos de materiales.
2. Base de datos de rendimientos de mano de obra.

# Anexos



# ***Referencias***

Chamoun, Y. 2002. **Administración Profesional de Proyectos**. México. McGraw – Hill Interamericana, 258p

Paniagua E. 2005. Programación de Proyectos. **Instituto Tecnológico de Costa Rica**. Curso Programación de Proyectos. 52p

Paniagua E y Ortiz G. 2005. Costos de Construcción **Instituto Tecnológico de Costa Rica**. Curso Costos de Construcción. 78p

Paniagua E. 2005. Rendimientos de mano de Obra. **Instituto Tecnológico de Costa Rica**. Curso Costos de Construcción. 18p